

DE 4432759 A1

L1 ANSWER 1 OF 1 WPINDEX COPYRIGHT 2004 THOMSON DERWENT on STN
TI Safety control and monitoring module e.g. for CNC machines and industrial robots - has disconnection unit connected via a control release line and two-channel emergency switch-off interface to machine drive.

PI DE 4432759 A1 19960321 (199617)* 9p F16P003-00 <--

AB DE 4432759 A UPAB: 19960428

The adaptive safety module monitors and controls safety-related machine parameters and operating states consisting of a 3-channel switching unit (8), a number of 3 channel monitoring units (9, 10) where the switching unit is connected by a regulator release line (RFG) and a 2-channel emergency output interface (NA1, NA2, NA3, NA4) with the machine drive (3) and via line (2Bus) to the monitor units (9, 10).

Normally two drivers (4, 5 or 6,7) are used for each movement step, independently via lines (GA11, GA12 or GA21, GA22) of the monitor units (9, 10). The monitor units (9, 10) are connected to the machine control A start button (13) starts the safety module, and an end button shuts down everything.

USE - Safety mechanism for computerised numerical control (CNC) machine tools and industrial robots.

Dwg.1/3



①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift
⑩ DE 44 32 759 A 1

⑤① Int. Cl.⁸:
F 16 P 3/00
F 16 P 3/08
G 05 B 9/02
H 02 J 13/00
// B25J 19/00

②① Aktenzeichen: P 44 32 759.5
②② Anmeldetag: 14. 9. 94
②③ Offenlegungstag: 21. 3. 96

DE 44 32 759 A 1

⑦① Anmelder:

Gamac - Gesellschaft für
Mikroelektronikanwendung Chemnitz mbH, 09113
Chemnitz, DE; Institut für Mikroelektronik Stuttgart,
70569 Stuttgart, DE

⑦④ Vertreter:

Hübner, B., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 09111 Chemnitz

⑦② Erfinder:

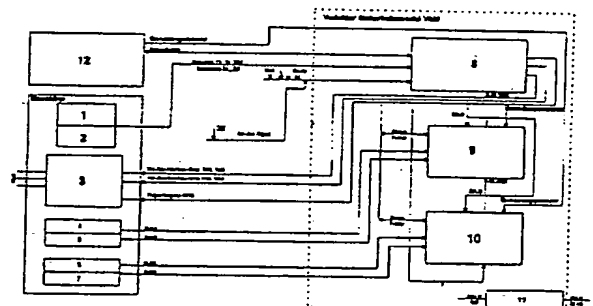
Dittrich, Claus, Dr., 09127 Chemnitz, DE; Reichert,
Thomas, 09112 Chemnitz, DE; Schönlitz, geb. Roth,
Eva-Maria, 09122 Chemnitz, DE; Koch, Micha I.,
71065 Sindelfingen, DE; Leenstra, Jens, Dr., 72218
Wildberg, DE; Schwederski, Thomas, Dr., 70563
Stuttgart, DE

⑥④ Variabler Sicherheitsmodul zur Überwachung und Steuerung sicherheitsrelevanter Maschinenparameter und Betriebszustände

⑤⑦ Aufgabe der Erfindung ist ein variabler Sicherheitsmodul, der für Personen keine Gefahr entstehen läßt, im Fehlerfall möglichen Sachschaden minimiert und sowohl eine Überwachung von Bewegungsvorgängen als auch der den Maschinenraum abgrenzenden Schutzeinrichtungen, insbesondere Schutztüren, Lichtvorhänge, Fußkontaktmatten u. a. ermöglicht, wobei beim Auftreten gefährlicher Zustände eine der Zustandsart angepaßte Steuerung der Maschine erfolgt.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch einen Sicherheitsmodul, insbesondere bestehend aus einer dreikanaligen Abschalteinheit, dreikanaligen Überwachungseinheiten, einem zweikanaligen Not-Aus-Interface-Kreis, Gebern für jeden zu überwachenden Bewegungsvorgang, einem Start-Taster zum Start des Sicherheitsmoduls, einem Ende-Taster zum unbedingten Abschalten, einem externen Not-Aus-Taster und einem Gefahrenzonenmelder, der der Abschalteinheit den aktuellen Sicherungszustand der Gefahrenzone meldet.

Die Erfindung betrifft insbesondere einen Sicherheitsmodul zur Überwachung und Steuerung von mehrachsigen rotatorische und translatorische Bewegungen ausführenden Maschinen.



DE 44 32 759 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 01. 98 508 092/101

11/32

Die Erfindung betrifft einen variablen Sicherheitsmodul zur Überwachung und Steuerung sicherheitsrelevanter Maschinenparameter und Betriebszustände insbesondere einen Sicherheitsmodul zur Überwachung und Steuerung von mehrachsigen rotatorische und translatorische Bewegungen ausführenden Maschinen.

Komplexe prozeßgesteuerte CNC-Anlagen sowie Industrieroboter stellen besondere Anforderungen an die Arbeitssicherheit. Insbesondere für den Schutz von Personen gelten hohe Anforderungen.

Neben der direkten Überwachung der Anlage über die Maschinensteuerung sind Überwachungseinrichtungen zur zweikanaligen Überwachung von Kriech- und Drehbewegungen einer Maschinenachse auf limitierte Drehzahlwerte in den Betriebsarten

Stillstandsüberwachung,
manueller/Einrichtbetrieb,
Automatikbetrieb

in Form separater Geräte bekannt, wobei bei Überschreitung der jeweils zulässigen Grenzwerte mit der durch die entsprechenden Richtlinien geforderten Sicherheit ein Stillsetzen der Maschine durch Abschalten der Antriebsenergie erfolgt. Die Erfassung des Bewegungszustandes geschieht dabei über Rechteckimpulsfolgen von Gebern, die den Bewegungszustand der Anlage eindeutig beschreiben. Zusätzliche Einrichtungen überwachen dabei den Gefahrenbereich der Maschine, insbesondere den Zustand der Schutztüren des Bearbeitungsraumes (Schutztürwächter). Moderne Bearbeitungszentren erfordern jedoch die Überwachung von mehr als einer Maschinenachse.

Es sind bereits Vorrichtungen zur Sicherheitsüberwachung bei Schutzeinrichtungen mit normaler und überhöhter Sicherheit von mehrachsigen Drehbewegungen ausführenden Maschinen bekannt (EP-A1 0465710, DE-A1 38 37 218). Sie arbeiten mit Abschaltschützen im Stromversorgungsbereich der Maschine sowie einem externen Überwachungskreis für Schutzhauben, Kontakt- und manueller Zustimmung für limitierte Drehbewegungen und bestehen aus einem Grundgerät mit einer Stromversorgungseinheit sowie einer Kontrolleinheit in jeweils getrennten Teilgehäusen, wobei zwischen beiden eine Steckkontaktanordnung, die auftrennbar ist, vorhanden ist und der Zwischenanreihung weiterer Ergänzungüberwachungseinheiten dient. Jede Überwachungseinheit überwacht bestimmte Achskreise der Zielanlage und sendet ihre Ausgangssignale parallel auf durchgehende über die jeweiligen Steckkontaktmittel geführte Querverbindungsleitungen zur Stromversorgungseinheit. Diese steuert über ein Ausgangsrelais die im Leistungsteil der Zielanlage angeordneten Abschaltschütze an. Das Gerät verfügt über drei verschiedene Funktionsarten, die über den entsprechenden Betriebszustand der Zielanlage am Gerät angewählt werden, wobei die Stellung der Schutztürhaube als steuernde Größe dient. Die 2fache elektronische unabhängige Auswertung des angewählten Betriebszustandes und die durch zwei unterschiedliche Encoder erzeugten Signale der Drehbewegung ermöglichen dabei einen ständigen internen Funktionstest.

Nachteile dieser Vorrichtung sind, daß zur Auswahl der Betriebsart eine Schutzeinrichtung der Maschine benutzt wird, d. h. die Maschinenregelung wird in die Überwachung nicht mit eingeschlossen. Damit ist die Vorrichtung eine reine Überwachungsvorrichtung für Drehbewegungen, wobei diese auf ausschließlich feste

Grenzwerte überwacht werden. Eine flexible Anpassung an unterschiedliche Bearbeitungsprozesse, die eine Änderung des Drehzahlgrenzwertes während des Prozesses erfordern, ist nicht möglich. Nachteilig ist weiterhin, daß durch die Verwendung der Schutzeinrichtung als steuerndes Element für die Betriebsart die Überwachungszustände "Stillstandsüberwachung" und "Stillstandsüberwachung als Sonderbetrieb" an die geöffnete Gefahrenzone geknüpft sind. Außerdem wird im Fehlerfall nur die Antriebsenergie abgeschaltet, eine gleichzeitige Abbremsung der Antriebs Elemente erfolgt nicht.

In den Patentschriften DE-C1 41 06 009 und EP-A2 0501218 wird eine Schaltungsanordnung einer Tür- oder Schutzhaubenverriegelungssteuerung für eine Schutzeinrichtung mit normaler und überhöhter Sicherheit bei insbesondere Drehbewegungen durchführenden Maschinen (Zielanlage) mit Abschaltschützen im Stromversorgungsbereich der Zielanlage, mindestens einem Türkontaktkreis und einem von einer Bedienungsperson manuell betätigbaren Zustimmungskontaktkreis sowie ferner mit Drehbewegungssignalen auswertenden Meßsystemen für jede Achse, dadurch gekennzeichnet, daß zur Einbeziehung einer redundanten Drehbewegungssignalauswertung auch für die Türsteuerung, in die ein Verriegelungsmechanismus integriert ist, dessen Position unter Verzicht auf eigene Drehbewegungssensorik von mindestens einem, der eine jeweilige Achse auf Drehbewegung überwachenden Meßsystem bestimmt ist, vorgestellt.

Moderne Bearbeitungszentren erfordern aber in zunehmendem Maße nicht nur die Überwachung drehender Maschinenteile, sondern die Überwachung der gesamten im Arbeitsprozeß auftretenden Bewegungen der Maschine sowie die Einhaltung der in den jeweiligen Betriebsmodi geltenden Sicherheitsbedingungen für den gesamten Maschinenraum.

Aufgabe der Erfindung ist es, einen variablen Sicherheitsmodul zu schaffen, der entsprechend den gesetzlichen Anforderungen für Personen keine Gefahr entstehen läßt, im Fehlerfall möglichen Sachschaden minimiert und sowohl eine Überwachung von Bewegungsvorgängen als auch der den Maschinenraum abgrenzenden Schutzeinrichtungen, insbesondere Schutztüren, Lichtvorhänge, Fußkontaktmatten u. a. ermöglicht, wobei beim Auftreten gefährlicher Zustände eine der Zustandsart angepaßte Steuerung der Maschine erfolgt.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch einen variablen Sicherheitsmodul zur Überwachung und Steuerung sicherheitsrelevanter Maschinenparameter und Betriebszustände mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Weitere Merkmale der Erfindung sind in den Unteransprüchen dargestellt.

Der Vorteil der Erfindung besteht in der Kombination der Überwachung von rotatorischen und translatorischen Bewegungsvorgängen einer Maschine mit der Überwachung der den Maschinenraum abgrenzenden Schutzeinrichtungen, insbesondere Schutztüren, Lichtvorhänge, Fußkontaktmatten u. a. Die Überwachungsparameter, die alle Grenzwerte enthalten, sind einstellbar, sie können wahlweise aus innerhalb der Überwachungseinheiten angeordneten Festwertspeichern, den Überwachungsparameterspeichern, abgerufen oder über eine serielle Schnittstelle von der Steuerung flexibel eingelesen werden. Dies ist insbesondere für solche Einsatzfälle von Interesse, wo mit werkzeugabhängig wechselnden Drehzahlen gearbeitet wird oder sich ein variabler Bewegungsgrenzwert durch den Einsatz von Schaltgetrieben ergibt. Die vorgeschlagene Erfindung

gestattet durch ein modulares Konzept die Überwachung aller sicherheitsrelevanten Größen der zu überwachenden Anlage. Sie ist in der Lage, gemäß der aktuellen Maschinenkonfiguration eine unterschiedliche Zahl von Achsen und Schutzeinrichtungen zu überwachen. Im Gefahrenfall erfolgt ein schnellstmögliches sicheres Stillsetzen der Anlage durch Abschalten der Antriebsenergie und gleichzeitiges Abbremsen der Bewegung durch Sperrung der Reglerfreigabe oder durch Nullsetzung des Sollwertes. Weitere Vorteile sind im Ausführungsbeispiel aufgezeigt.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines in einer Zeichnung in vereinfachter Weise dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Dabei zeigen:

Fig. 1 das Blockschaltbild eines Sicherheitsmoduls in Verbindung mit der zu überwachenden Anlage bzw. Maschine,

Fig. 2 das Blockschaltbild einer Abschalteinheit und Fig. 3 das Blockschaltbild einer Überwachungseinheit.

In Fig. 1 ist das Blockschaltbild einer zu überwachenden Anlage bzw. Maschine mit Maschinensteuerung und erfindungsgemäßem Sicherheitsmodul dargestellt. Von der Anlage bzw. Maschine sind ein Gefahrenzonenmelder, z. B. ein Türkontakt 1, ein Betriebsartenwahlschalter 2, ein Maschinenantrieb 3 und sowohl ein erster Geber 4 und ein zweiter Geber 5 einer ersten Achse als auch ein dritter Geber 6 und ein vierter Geber 7 einer zweiten Achse dargestellt.

Der Sicherheitsmodul ist modular aufgebaut und kann sowohl als Stand-alone-Gerät als auch in Form von Einzelkomponenten im Schaltschrank betrieben werden. Er besteht aus einer dreikanaligen Abschalteinheit 8 und aus einer — der Anzahl der zu überwachenden Bewegungsvorgänge entsprechenden — Anzahl dreikanaliger Überwachungseinheiten, wobei jeweils ein Kanal der Abschalteinheit 8 mit dem entsprechenden Kanal aller Überwachungseinheiten verknüpft ist und alle wesentlichen Überwachungsfunktionen durch anwenderspezifische integrierte Schaltkreise, ASIC's, realisiert sind sowie einem Netzteil 11 zur maschinenunabhängigen Spannungsversorgung. Anstelle der ASIC's sind aber auch andere Baugruppen, beispielsweise Prozessoren, einsetzbar.

In diesem Beispiel sind vier Geber 4 bis 7 zweier Achsen dargestellt, weshalb im Ausführungsbeispiel also eine erste Überwachungseinheit 9 für den ersten und zweiten Geber 4 und 5 der ersten Achse und eine zweite Überwachungseinheit 10 für den dritten und vierten Geber 6 und 7 der zweiten Achse angeordnet sind. Jeder Achse sind also zwei Geber zugeordnet, die unabhängig voneinander über die Leitungen GA11/GA12 oder GA21/GA22 mit der ihnen zugeordneten Überwachungseinheit verbunden sind.

Die Maschinensteuerung 12 ist über einen bidirektionalen Bus Status/Fehler mit der Abschalteinheit 8, der ersten Überwachungseinheit 9 und der zweiten Überwachungseinheit 10 verbunden. Die Übergabe der Überwachungsparameter erfolgt über die Leitung Überwachungsparameter von der Steuerung 12 zur ersten Überwachungseinheit 9 und zur zweiten Überwachungseinheit 10.

Die Abschalteinheit 8 ist über eine Reglerfreigabeleitung RFG und einen zweikanaligen Not-Aus-Interface-Kreis NA1, NA2, NA3 und NA4 mit dem Maschinenantrieb 3 verbunden und über die Leitungen ZBUS mit den Überwachungseinheiten 9 und 10. Ein Bus zur Übertragung der Signale P (P1, P2 und P3) verbindet die

Abschalteinheit 8 mit der zweiten Überwachungseinheit 10, die wiederum über Leitungen zur Übertragung der Signale AB und SSM mit der ersten Überwachungseinheit 9 verbunden ist. Die Signale AB und SSM werden von der ersten Überwachungseinheit 9 weiter an die Abschalteinheit 8 gegeben.

Zum Start des Sicherheitsmoduls ist ein Start-Taster 13 und zum unbedingten Abschalten ein Ende-Taster 14 vorhanden, die mit der Abschalteinheit 8 verbunden sind. Weiterhin kann der Abschaltbefehl durch einen externen Not-Aus-Taster 32 ausgelöst werden, der ebenfalls mit der Abschalteinheit 8 verbunden ist.

Fig. 2 zeigt die dreikanalige Abschalteinheit 8. Das Eingangsinterface 15 der Abschalteinheit 8 erhält alle Signale, die für den Betriebszustand und den Zustand der Sicherheitseinrichtungen des Maschinenraumes maßgeblich sind. Im Ausführungsbeispiel sind das:

- Betriebsartenwahlschaltersignale B1 ... B6 (B1, B2 — manueller Betrieb, B3, B4 — Stillstand, B5, B6 — Automatik)
- Start-Signal S1, S2
- Ende-Signal E1, E2
- externes NOT-AUS-Signal
- Türpositionssignale T1, T2
- Zustandssignal der Türverriegelung TZU.

Diese Signale werden allen anwenderspezifischen integrierten Schaltkreisen, den Abschalt-ASIC's 16, 17, 18, zugeführt.

Alle drei Abschalt-ASIC's 16, 17, 18 übertragen den aktuellen Überwachungsstatus und Fehlerinformationen in ein gemeinsames erstes Status-Fehlerregister 19. Zusätzlich generiert jeder Abschalt-ASIC 16, 17, 18 Reglerfreigabesignale RFG1, RFG2 und RFG3, die über ein UND-Glied 20 zu einem gemeinsamen Signal RFG verknüpft sind. Abschaltbefehle AS1, AS2 und AS3 der Abschalt-ASIC's 16, 17, 18 schalten jeweils eins von drei in einem Not-Aus-Interface-Kreis der Maschine befindlichen zwangsgeführten Relais 21, 22, 23.

Die Abschalteinheit 8 übernimmt also folgende Funktionen:

- Festlegung des Überwachungszustandes der Maschine aus der Stellung des Betriebsartenwahlschalters 2 sowie Weiterleitung dieses Überwachungsmodus an alle angeschlossenen Überwachungseinheiten 9 und 10 über den ZBUS-Vektor,
- Überwachung aller statischen Meldesignale über den Zustand des Maschinenraumes,
- Erzeugung der dynamischen Signale P1, P2, P3 für die zweite Überwachungseinheit 10 und Auswertung der dynamischen Signale SSM1, SSM2, SSM3 und AB1, AB2, AB3,
- Abschalten der Antriebsenergie der Anlage bzw. Maschine über Öffnung der Relaiskontakte K1 bis K6 der Relais 21, 22 und 23 sowie Erzeugung des Signals RFG zur Sperrung der Reglerfreigabe im Fehlerfall,
- Speicherung aller Betriebs- und Fehlerzustände im ersten von außen abrufbaren Status-Fehlerregister 19.

Fig. 3 zeigt eine der dreikanaligen Überwachungseinheiten 9 bzw. 10. Das Eingangsinterface 24, z. B. das der Überwachungseinheit 9 (10), ist mit den beiden Ausgangsleitungen GA11 und GA12 (GA21 und GA22) der Geber 4 und 5 (6 und 7) zur Überwachung der ersten

(zweiten) Achse verbunden. Die Ausgangssignale GA11 und GA12 (GA21 und GA22) der Geber 4 und 5 (6 und 7) werden jedem anwenderspezifischen integrierten Schaltkreis der betreffenden Überwachungseinheit 9 (10), den Überwachungs-ASIC's 25, 26, 27 zugeführt. Alle drei Überwachungs-ASIC's 25, 26, 27 sind mit einem zweiten Status-Fehlerregister 28 und jeweils mit einem Überwachungsparameterspeicher 29, 30, 31 verbunden.

Die Überwachungseinheiten 9 bzw. 10 besitzen folgende Aufgaben:

- Übernahme der für den jeweiligen Betriebsmodus maximal zulässigen Bewegungsgrenzwerte aus den auf der Überwachungseinheit 9 bzw. 10 angeordneten Überwachungsparameterspeichern 29, 30, 31 oder wahlweise über eine serielle Schnittstelle von der Maschinensteuerung 12,
- Auswertung der Bewegungsinformation der angeschlossenen Geber 4, 5 bzw. 6, 7, wobei diese mit getrennten Spannungsquellen versorgt werden,
- Setzen der von der Abschaltseinheit 8 kommenden und durch die Überwachungseinheiten 9 bzw. 10 zur Abschaltseinheit 8 rückgeführten dynamischen Signale auf einen statischen Wert zur Detektion von Fehlerzuständen, hervorgerufen durch die Überschreitung der jeweils maximal zulässigen Grenzwerte der einzelnen Betriebsmodi der Anlage bzw. Maschine,
- Konsistenzprüfung der Gebersignale GA11, GA12, GA21, GA22 sowie Erkennung nicht angeschlossener oder defekter Geber auch im Stillstand,
- Speicherung aller Betriebs- und Fehlerzustände im von außen abrufbaren zweiten Status-Fehlerregister 28.

Im folgenden soll die Funktionen des Sicherheitsmoduls erklärt werden.

Der Start des Sicherheitsmoduls erfolgt über die Betätigung des Start-Tasters 13, ein unbedingtes Abschalten des Sicherheitsmoduls und damit der Maschinenantriebsenergie über den Ende-Taster 14.

Beim Einschalten des Sicherheitsmoduls werden nach erfolgtem Selbsttest über die Signale AS1, AS2, AS3 die Relaiskontakte K1 bis K6 der zwangsgeführten Relais 21, 22 und 23 im Not-Aus-Interface-Kreis der Maschine geschlossen und damit die Maschine ans Netz geschaltet.

Die Abschaltseinheit 8 wertet den Zustand des Betriebsartenwahlschalters 2 aus und teilt über den dreistelligen ZBUS-Vektor den aktuellen Überwachungsmodus den angeschlossenen Überwachungseinheiten 9 und 10 mit. Gleichzeitig werden die dynamischen Signale P1, P2, P3 in jeweils einen Überwachungskanal der Überwachungseinheit 10 eingespeist. Bei fehlerfreiem Betrieb gelangen diese Signale als Stillstandsmeldesignal SSM und Abschaltssignal AB über die zweite zwischengeschaltete Überwachungseinheit 9 unverändert zur Abschaltseinheit 8 zurück. Bei Bewegung einer Achse wird das Signal SSM jedes Kanals durch die Überwachungseinheit der betreffenden Achse auf einen statischen Wert gesetzt, bei Überschreitung des im angewählten Betriebszustand maximal zulässigen Bewegungsgrenzwertes werden die Signale AB1, AB2, AB3 jedes Kanals durch die Überwachungseinheit der Achse, bei der die Drehzahlüberschreitung auftrat, auf einen statischen Wert gesetzt. Bei Erfüllung einer Fehlerbedingung schaltet die Abschaltseinheit 8 die Maschine

energiefrei und sperrt die Reglerfreigabe des Maschinenantriebs 12. Ein Wiederanlauf ist nur durch einen neuen Start-Befehl nach Beseitigung der Fehlerursache möglich, die über das Status-Fehlerregister 19 von außen abgefragt werden kann.

Die Abschaltseinheit 8 überprüft außerdem den Zustand der Schutztüren des Maschinenraumes. Tritt hier ein im angewählten Betriebsmodus unzulässiger Wert der Türpositionssignale T1 und T2 oder des Verriegelungsmeldesignals TZU auf, erfolgt ebenfalls ein Abschalten.

Dabei gelten für die Signale der Maschinenraumsicherung folgende Bedingungen:

- Stillstandsüberwachung und manueller Betrieb: Schutztüren können beliebigen Zustand aufweisen,
- Automatikbetrieb: Schutztüren müssen geschlossen und verriegelt sein.

Ein Abschaltbefehl kann zusätzlich durch Betätigen des externen Not-Aus-Tasters 32 oder des Ende-Tasters 14 ausgelöst werden.

Die Überwachungseinheiten 9 und 10 erhalten neben den bereits genannten ZBUS- und dynamischen Signalen P1, P2, P3 von der Abschaltseinheit 8 über ihr Eingangsinterface 24 die Drehzahlvektoren GA11, GA12 (Achse 1) bzw. GA21, GA22 (Achse 2) der angeschlossenen Geber.

Mit dem Start-Befehl werden alle für die jeweiligen Betriebsmodi gültigen Grenzwerte von den Überwachungsparameterspeichern 29, 30, 31 bzw. von der Maschinensteuerung 12 über die serielle Schnittstelle in die internen Register der Überwachungs-ASIC's 25, 26, 27 eingeschrieben und während des Betriebes zyklisch überprüft. Gleichzeitig wird getestet, ob beide Geber 4 und 5 (Achse 1) bzw. 6 und 7 (Achse 2) angeschlossen sind und korrekte Eingangssignale anliegen.

Bereits das Auftreten eines unerlaubten Zustandes in einem Kanal einer der Überwachungseinheiten 9 oder 10 ist ausreichend, um über das Abschaltssignal einen Abschaltbefehl in der Abschaltseinheit 8 auszulösen.

Im Gegensatz zu den im Stand der Technik beschriebenen Lösungen, die den eigentlich zu überwachenden Schutztürzustand der Maschine als steuernde Größe verwenden, wird beim vorgeschlagenen Sicherheitsmodul gemäß den Forderungen der einschlägigen DIN-Vorschriften und Prüfgrundsätze der Berufsgenossenschaften der Betriebsartenwahlschalter der Anlage als steuernde Größe genutzt. Dabei sind zu unterscheiden:

- Stillstand (Stillstand aller bewegten Teile zwingend vorgeschrieben, Maschinenraum zugänglich),
- manueller/Einrichtbetrieb (Bewegungen mit sicher reduzierter Geschwindigkeit, Maschinenraum zugänglich),
- Automatikbetrieb (Bewegungen mit bis zu maximal zulässiger Geschwindigkeit, Maschinenraum gesperrt).

In allen Betriebsarten wird der Zustand aller Sicherheitseinrichtungen des Maschinenraumes und der Bewegungszustand der Achsen überwacht. Sowohl bei Überschreiten der in den Betriebsmodi jeweils maximal zulässigen Bewegungswerte als auch bei Verletzung des Sollzustandes der Sicherheitseinrichtungen erfolgt ein schnellstmögliches Stillsetzen der Maschine über Abschalten der Antriebsenergie.

Eine alleinige Abschaltung über den NOT-AUS-Kreis, wie sie herkömmliche Drehzahlüberwachungsgeräte aufweisen, bringt bei vielen Anwendungen nur eine unzureichende Einschränkung der Fehlerauswirkung, da auf diese Weise lediglich ein energieloses Auslaufen der Antriebe bewirkt wird.

Durch zusätzliches Sperren der Reglerfreigabe oder definiertes Nullsetzen des Sollwertes ergeben sich eine wesentlich verringerte Stillsetzzeit und ein verkleinerter Stillsetzweg. Eine Zeitverzögerung zwischen Beginn der elektrischen Bremsung und Abschaltung der Energiezufuhr kann durch die Zwischenschaltung eines Zeitgliedes realisiert werden und damit bei noch korrekt arbeitenden Antrieben ein Abschalten der gesamten Energie der Anlage oder Maschine entfallen. In allen Fällen wird ein selbsttätiges Wiedereinschalten der Energie solange verhindert, bis der Fehler beseitigt ist und die Vorrichtung über einen Neustart wieder in Betrieb gesetzt wird.

Die Erfassung der Eingangsgrößen für die Überwachungseinrichtung geschieht zweikanalig, d. h. es sind jeweils zwei voneinander unabhängige Kontaktsätze für den Zustand der Schutzeinrichtungen bzw. Geber für die Bewegungsinformation vorhanden. Für die Erfassung der Bewegungsinformation kommen sowohl die Ausgangsgrößen von Drehgebern als auch jede physikalische Größe, die die Bewegungsinformation eindeutig abbildet, in Frage.

Zur Gewährleistung der in den entsprechenden Vorschriften geforderten sicheren Stillsetzung der Maschine im Gefahrenfall erfolgt die Auswertung der den Maschinenzustand beschreibenden Signale in drei voneinander unabhängigen Kanälen. Die Abschaltung der Antriebsenergie geschieht über die drei voneinander unabhängigen zwangsgeführten Relais 21, 22, 23 im Not-Aus-Interface-Kreis der Maschine. Alle von der Abschalteinheit 8 erzeugten und über die verbundenen Überwachungseinheiten 9 und 10 zu ihr rückgeführten Signale sind dynamisch und werden im Fehlerfall der Anlage auf einen statischen Wert gesetzt, so daß Unterbrechungen und Kurzschlüsse in den Verbindungsleitungen und den integrierten Bauelementen sicher erkannt werden.

Über eine serielle Schnittstelle in der Abschalteinheit 8 ist die Abfrage des aktuellen Überwachungszustandes bzw. im Fehlerfall die Erkennung der Fehlerursache oder die Ursache des Abschaltens durch die Abschalteinheit 8 möglich.

Durch intern implementierte Selbsttests und die für ASIC's typische erhöhte Zuverlässigkeit wird dabei den erhöhten Sicherheitsforderungen an den Sicherheitsmodul in besonderem Maße Rechnung getragen und eine ständige Eigenüberwachung der Vorrichtung gewährleistet, so daß ein interner Fehler, der die Überwachungsfunktion beeinträchtigt, ebenfalls zum Stillsetzen der Maschine führt. Der Sicherheitsmodul enthält weiterhin eine unabhängige Betriebsspannungsversorgung sowie eine interne Schaltungsanordnung, die die Funktion herkömmlicher Not-Aus-Schaltgeräte übernehmen kann. Alle Funktionsgruppen sind über eine gemeinsame Rückverdrahtung miteinander verbunden.

Patentansprüche

1. Variabler Sicherheitsmodul zur Überwachung und Steuerung sicherheitsrelevanter Maschinenparameter und Betriebszustände bestehend aus
 - a) einer dreikanaligen Abschalteinheit (8),
 - b) einer — der Anzahl der zu überwachenden

Bewegungsvorgänge entsprechenden — Anzahl dreikanaliger Überwachungseinheiten (9, 10), wobei die Abschalteinheit (8) über eine Reglerfreigabeleitung (RFG) und einen zweikanaligen Not-Aus-Interface-Kreis (NA1, NA2, NA3 und NA4) mit dem Maschinenantrieb (3) und über die Leitungen ZBUS mit den Überwachungseinheiten (9 und 10) verbunden ist,

c) jeweils zwei Gebern (4, 5 bzw. 6, 7) für jeden zu überwachenden Bewegungsvorgang, die unabhängig voneinander über Leitungen (GA11, GA12 bzw. GA21, GA22) mit der ihnen zugeordneten Überwachungseinheit (9 bzw. 10) verbunden sind,

d) einer Verbindung zur Maschinensteuerung (12), die sowohl aus einem bidirektionalen Bus (Status/Fehler) zur Abschalteinheit (8) und zur ersten und zweiten Überwachungseinheit (9 und 10) als auch aus einer Leitung (Übertragungsparameter) zur ersten und zweiten Überwachungseinheit (9 und 10) besteht,

e) einem Start-Taster (13) zum Start des Sicherheitsmoduls, einem Ende-Taster (14) zum unbedingten Abschalten und einem externen Not-Aus-Taster (32), die alle mit der Abschalteinheit (8) verbunden sind,

f) einem Bus zur Übertragung des dynamischen Signalvektors (P), der die Abschalteinheit (8) mit der zweiten Überwachungseinheit (10) verbindet, die wiederum über Leitungen zur Übertragung dynamischer Signale (AB und SSM) mit der ersten Überwachungseinheit (9) verbunden ist, wobei diese Signalvektoren (AB und SSM) von der ersten Überwachungseinheit (9) weiter an die Abschalteinheit (8) gegeben werden,

g) einer Verbindung zu einem Betriebsartenwahlschalter (2), der über Signale (B1 bis B6) der Abschalteinheit (8) die Betriebsart meldet und

h) einer Verbindung zu einem Gefahrenzonenmelder, der über Signale (T1, T2, TZU) der Abschalteinheit (8) den aktuellen Sicherungszustand der Gefahrenzone meldet.

2. Sicherheitsmodul nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die dreikanalige Abschalteinheit (8) und die für jeden zu überwachenden Bewegungsvorgang dreikanaligen Überwachungseinheiten (9 oder 10) über eine Rückverdrahtung elektrisch miteinander verbunden sind, wobei jeweils ein Kanal von Abschalteinheit (8) und jeder Überwachungseinheit (9 oder 10) miteinander verknüpft sind, und daß eine unabhängige Stromversorgungseinheit und eine interne Schaltungsanordnung, die die Funktion herkömmlicher Not-Aus-Schaltgeräte übernehmen kann, vorgesehen ist.

3. Sicherheitsmodul nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß er als Stand-alone-Gerät ausgeführt ist, wobei die einzelnen Einheiten über eine gemeinsame Rückverdrahtung miteinander verbunden sind.

4. Sicherheitsmodul nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß er in Form von Einzelkomponenten im Schaltschrank ausgeführt ist, wobei die einzelnen Einheiten über eine gemeinsame Rückverdrahtung miteinander verbunden sind.

5. Sicherheitsmodul nach Anspruch 1, 2, 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß in der Abschaltein-

heit (8) eine serielle Schnittstelle zur Abfrage des aktuellen Überwachungszustandes bzw. im Fehlerfall zur Erkennung der Fehlerursache vorgesehen ist.

6. Sicherheitsmodul nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß alle wesentlichen Überwachungsfunktionen durch ASIC's realisiert werden.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

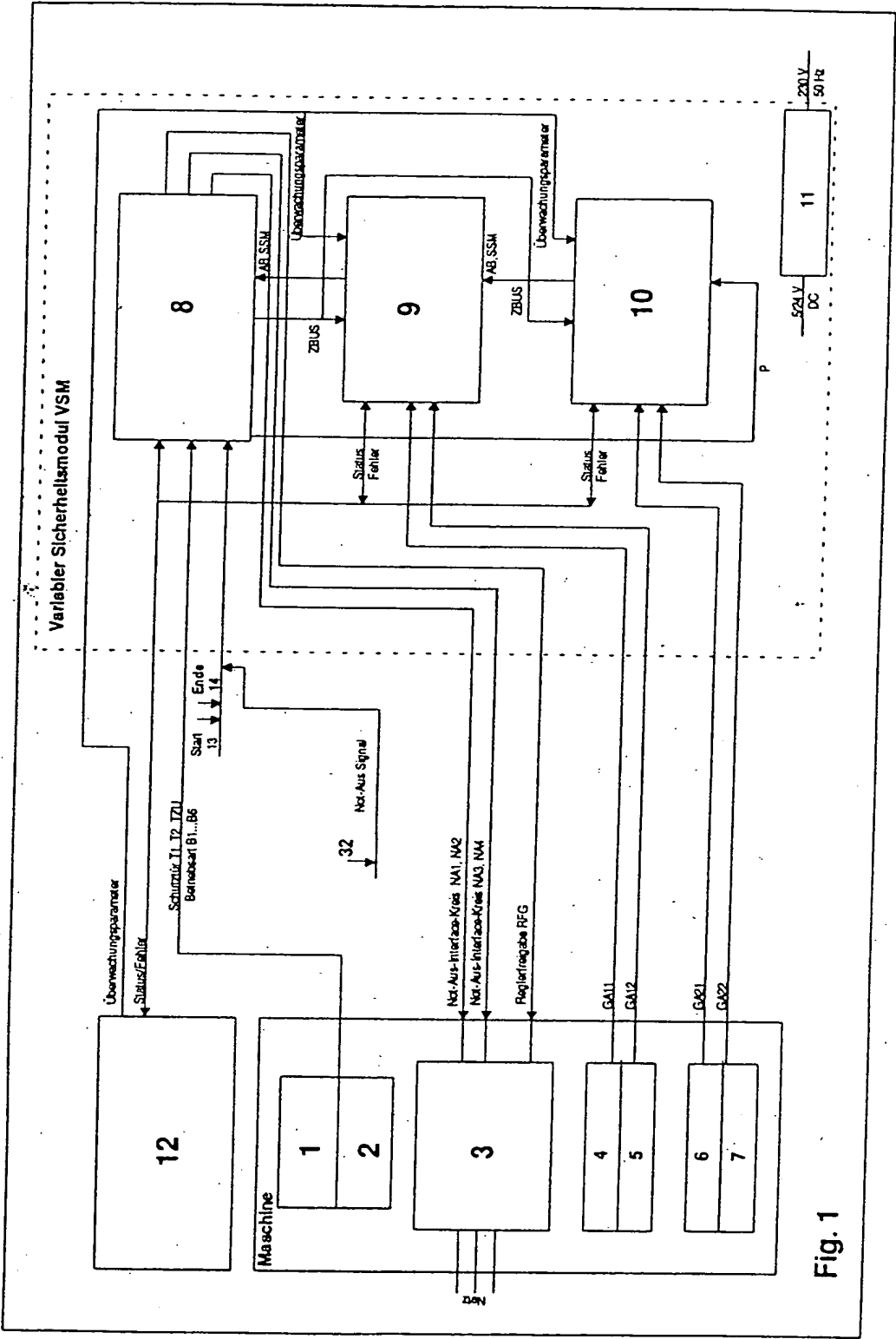


Fig. 1

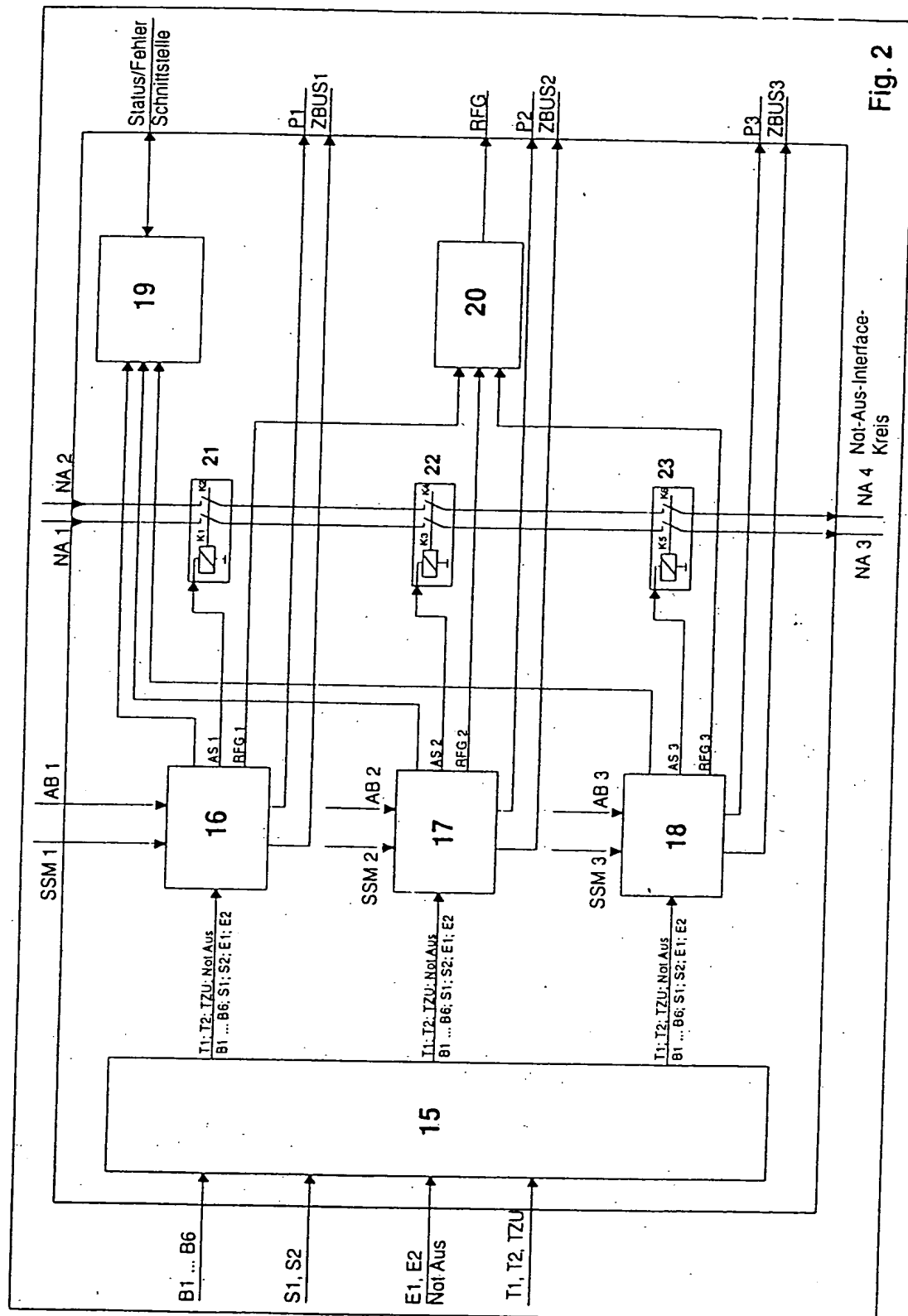


Fig. 2

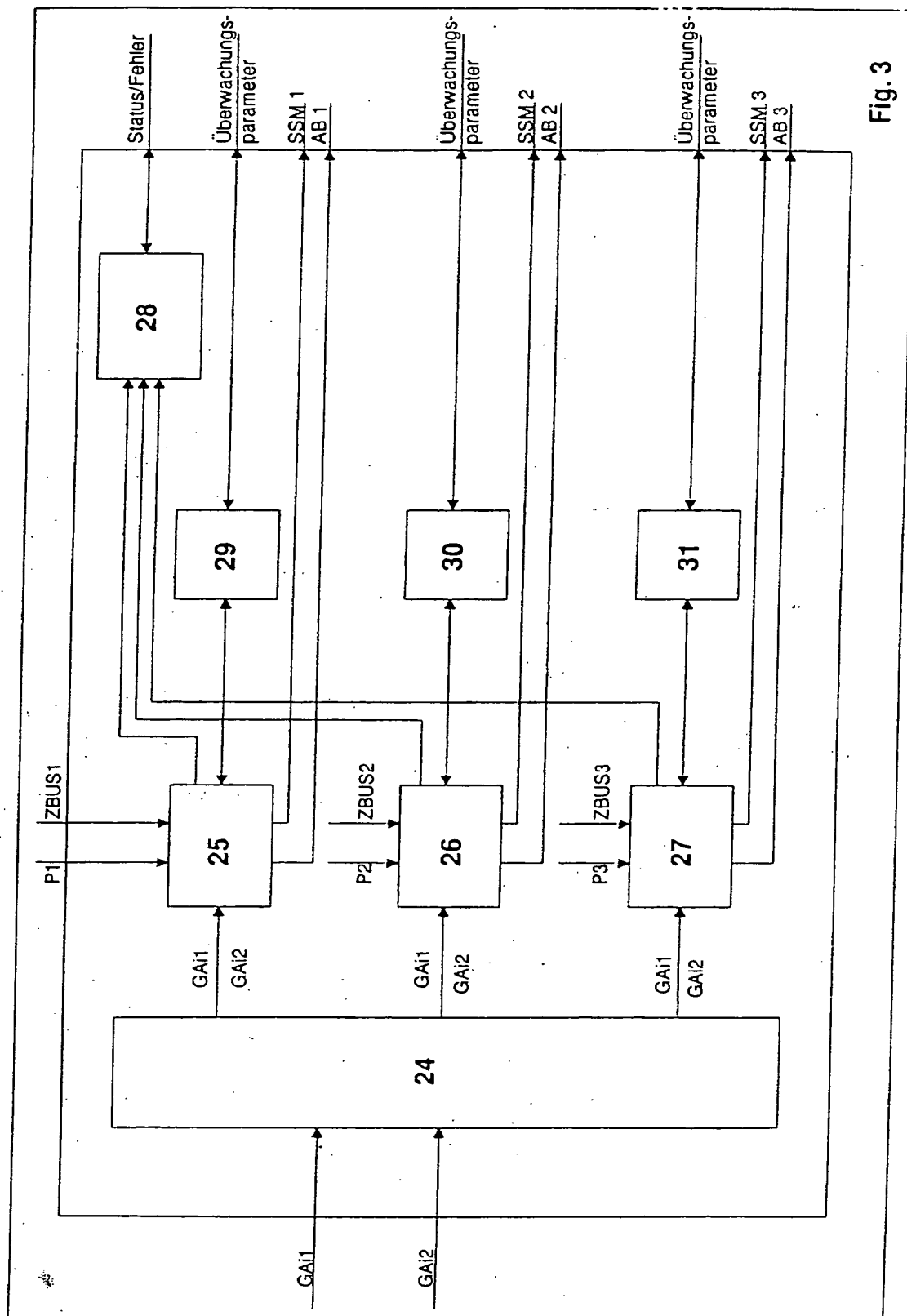


Fig. 3